



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Practico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo  
a la obtención del título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Efectos de la densidad de siembra en la producción de Palma aceitera  
(*Elaeis guineensis* Jacq, 1897) en el Ecuador”

**AUTORA:**

Yomira Alexandra Hurtado Murillo

**TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon González Chica, MSc.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

## RESUMEN

La densidad de siembra puede aumentar la producción de biomasa y el rendimiento de la cosecha en la palma aceitera, debido al aumento del índice del área foliar y la longitud de las hojas. Mediante el uso de buenas prácticas agrícolas que se proporcionan al cultivo de palma aceitera brindan situaciones favorables para la expresión de la mejor capacidad de rendimiento; entre esas prácticas destaca el manejo de la densidad de siembra, por cuanto el tamaño y la longitud del área fotosintética están asociados al rendimiento del cultivo de palma aceitera. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador. Por lo anteriormente detallado se determinó que existe una relación directa entre la densidad de siembra y los nutrientes absorbidos por las plantas debido a su consumo para su producción. En cantidades elevadas de plantas por hectárea necesitaran mayores cantidades de fertilizantes para su producción. Para establecer una densidad de siembra adecuada en el cultivo de palma aceitera se debe realizar el alineado y estacado el mismo proceso que comprende la determinación y señalamiento de puntos donde se sembrarán las plantas. Se inicia con la orientación Norte – Sur dentro del lugar de siembra, se traza una línea madre, cuya longitud dependerá del largo y ancho del área. En Ecuador se suele utilizar el sistema de siembra 9 x 9 con 143 plantas/ha con el sistema de siembra tres bolillos. Las variedades de palmas compactas se establecen a 8,24 m entre plantas y 7,80 m entre hileras, con una densidad de 159 plantas/ha. Las palmeras *Guineensis* se establecen a una distancia de 9 m entre plantas y 8 m entre filas, para una densidad de población de 138,88 plantas/ha. Las especies híbridas de palma aceitera se establecen a una distancia entre plantas de 9,61 m y entre hilera de 8,5 m con una densidad de plantación de 81,68 plantas/ha.

**Palabras claves:** Densidad, palma aceitera, efectos, producción.

## SUMMARY

Planting density can increase biomass production and crop yield in oil palm, due to the increase in leaf area index and leaf length. The use of good agricultural practices that are provided to the oil palm crop provide favorable situations for the expression of the best yield capacity; among these practices is the management of planting density, since the size and length of the photosynthetic area are associated with the yield of the oil palm crop. The information obtained was analyzed, synthesized and summarized in order to inform the reader about the effects of planting density on oil palm (*E. guineensis*) production in Ecuador. From the above, it was determined that there is a direct relationship between planting density and the nutrients absorbed by the plants due to their consumption for production. In high quantities of plants per hectare will need larger amounts of fertilizers for their production. In order to establish an adequate planting density in oil palm cultivation, the same process that includes the determination and marking of points where the plants will be planted must be carried out for alignment and staking. It starts with the North-South orientation within the planting site, a mother line is drawn, whose length will depend on the length and width of the area. In Ecuador, the 9 x 9 planting system is usually used with 143 plants/ha with the staggered planting system. Compact palm varieties are established at 8.24 m between plants and 7.80 m between rows, with a density of 159 plants/ha. Guineensis palms are established at a distance of 9 m between plants and 8 m between rows, for a stocking density of 138.88 plants/ha. The hybrid oil palm species were established at a distance of 9.61 m between plants and 8.5 m between rows with a planting density of 81.68 plants/ha.

**Key words:** Density, oil palm, effects, production.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	4
1.5.1. Generalidades del cultivo de palma aceitera .....	4
1.5.1.1. Origen de la palma aceitera .....	4
1.5.1.2. Características morfológicas de la palma aceitera .....	5
1.5.1.3. Condiciones edafoclimáticas .....	6
1.5.1.4. Variedades de palma aceitera .....	7
1.5.1.4.1. Variedades mejoradas de palma aceitera .....	7
1.5.1.4.1.1. Amazon (Hibrido compuesto) .....	7
1.5.1.4.1.2. Compacta x Ghana (Variedad de alta densidad) .....	8
1.5.1.4.1.3. Deli x Ghana (Variedad premium) .....	8
1.5.1.4.1.4. INIAP - Tenera .....	8
1.5.1.4.1.5. Producción de variedades de palma aceitera .....	9
Amazon (Hibrido compuesto) .....	9
Compacta x Ghana .....	9
Deli x Ghana (Variedad premium) .....	9
INIAP - Tenera .....	9
1.5.2. Densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera .....	9
1.5.3. Sistemas de siembra .....	10
1.5.4. Importancia de la densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera ..	11
1.5.4.1. Problemas negativos de una mala densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera .....	12

1.5.4.2. Efectos de la densidad de siembra en la proliferación de malezas en el cultivo de palma aceitera .....	13
1.5.4.3. Efecto de la densidad de siembra en las demandas nutricionales en el cultivo de palma aceitera .....	14
1.5.5. Antecedentes de densidades de siembra aplicadas en el cultivo de palma aceitera.....	14
1.6. Hipótesis .....	19
1.7. Metodología de la investigación .....	19
CAPITULO II.....	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1. Desarrollo del caso .....	20
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	20
2.3. Soluciones planteadas .....	21
2.4. Conclusiones .....	21
2.5. Recomendaciones .....	22
BIBLIOGRAFÍA .....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema de siembra en tres bolillos, Lizarazo (2016)	10
<b>Figura 2.</b> Teorema de Pitágoras para trazar línea madre, INIAP (2014).	16
<b>Figura 3.</b> Esquema de siembra en tres bolillos, INIAP (2014).	17

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq, 1897) se ha constituido en uno de los principales rubros agroindustriales del Ecuador, mostrando desde su introducción, un crecimiento sostenido de productos derivados de la palma aceitera (INIAP 2017).

El sector palmicultor representa el 4 % del producto interno bruto (PIB) agrícola del Ecuador. La producción de palma ha tenido un crecimiento del 8 % en promedio anual, en el periodo 2010 - 2018, constituyendo el séptimo producto agrícola de exportación del país y una de las industrias más dinámicas dentro de la producción no petrolera y no tradicional del país. El Ecuador es el séptimo exportador de aceite de palma y sus productos derivados a nivel mundial. Los destinos principales de exportación son Colombia, Venezuela, Unión Europea, México (Cevallos 2021).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2021) se reporta que en el Ecuador existen 225 575 hectáreas sembradas de palma aceitera, de las cuales alrededor de 152 529 fueron cosechadas, con una producción de 2418 855 Tm. Las zonas productoras de aceite de palma están ubicadas en las Provincias de Esmeraldas (37,81 %), Sucumbíos (10,89 %), Santo Domingo de los Tsáchilas (7,30 %), Los Ríos (21,05 %), Guayas (7,21 %) y otras provincias (15,75 %).

En un cultivo de palma aceitera el crecimiento y desarrollo es producto de la interacción equilibrada entre el genotipo sembrado, las condiciones ambientales existentes y las prácticas culturales aplicadas. Las características climáticas de una región influyen en los procesos morfofisiológicos de las plantas, los mismos que no pueden ser controlados por el hombre. Los efectos de algunos de ellos, como la radiación solar, pueden ser manipulados indirectamente mediante modificaciones genéticas del dosel de la planta o de las densidades de siembra del cultivo (Ayala *et al* 2016).

La densidad de siembra es un aspecto importante de estudio en diversos cultivos, especialmente en palma aceitera debido a que se encuentra directamente relacionada con eventos fisiológicos que afectan la acumulación de materia seca entre los diferentes órganos, especialmente de aquellos que serán de interés en el momento de la cosecha. Teniendo en cuenta que cuando la densidad de siembra se incrementa, hay mayor competencia entre las plantas por recursos del medio ambiente como luz, agua y nutrientes (Cortes 2017).

Cabe resaltar que hay materiales de siembra de palma aceitera que se adaptan a menores distancias de siembra, entre ellas las plantas compactas y clones que tienen sus características morfológicas diferentes entre estas tenemos: longitud de las hojas y altura del estipe que es de menor crecimiento en las plantas.

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

# CAPITULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

### 1.2. Planteamiento del problema

Dentro del establecimiento de una plantación de palma aceitera existen varios factores importantes que influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo, tal es el caso de la densidad de siembra, en donde la competencia por luz es la más importante, la misma que es absorbida por las hojas que componen el dosel total de las palmas, comprendido en una unidad de área que refleja el índice de área foliar (IAF), siendo un buen indicador del nivel de competencia entre las plantas. El IAF se incrementa cuando aumenta la densidad, y se puede reflejar en una reducción del número de hojas en altas densidades de siembra.

Uno de los grandes problemas en el establecimiento de un cultivo de palma aceitera es el manejo inadecuado de densidades de siembra, lo cual, a largo plazo, afecta en el número de racimos por palma y la reducción de materia seca productiva.

### 1.3. Justificación

Las densidades de siembra en la palma de aceite han sido estudiadas durante varios años, en la cual se ha comprobado que existen efectos de competencia sobre su crecimiento y período de vida económico. Actualmente, existen muchas evidencias sobre las densidades de siembra que se utilizan en el establecimiento de zonas productoras de palma aceitera, reflejándose un comportamiento diferencial en cuanto a crecimiento y producción de los materiales comerciales establecidos en las zonas productoras, por lo cual es necesario

realizar una revisión sobre las densidades de siembra utilizadas en el cultivo de palma aceitera.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Recopilar información de los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis* Jacq, 1897) en el Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir la importancia de la densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera (*E. guineensis*).
- Detallar las mejores densidades de siembra del cultivo de palma aceitera (*E. guineensis*).

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Generalidades del cultivo de palma aceitera**

#### **1.5.1.1. Origen de la palma aceitera**

La palma aceitera es una planta tropical propia de climas cálidos, se desarrolla hasta los 500 msnm. Dentro de los cultivos de semillas oleaginosas es el que produce mayor cantidad de aceite por hectárea. Es un cultivo que tarda entre 2 a 3 años para iniciar a producir frutos con una duración de 25 años (Ormaza y Ormaza 2012).

En Ecuador se encuentran cultivados híbridos interespecíficos (OXG) que provienen de la genética femenina Manicore de Brasil y Armuelles de Panamá, con el polen de *E. guineensis* Avros originario de Papua Nueva Guinea, las cuales contienen la mayor cantidad de aceite y producción de racimos (Ormaza y Ormaza 2012).

La palma es originaria de África occidental, en la cual ya se obtenía aceite desde hace 5 000 años en la Guinea Occidental de donde paso a América, siendo actualmente Ecuador y Colombia los mayores productores (Burbano 2012).

#### **1.5.1.2. Características morfológicas de la palma aceitera**

La morfología de la palma aceitera, su característica es de las monocotiledóneas. Las raíces se originan del bulbo radical de la base del tronco, en su mayor parte son horizontales, se concentran en los primeros 50 cm del suelo, siendo solo las raíces de anclaje que se profundizan (Burbano 2012).

El tronco o estipe con un solo punto terminal de crecimiento con hojas jóvenes, denominado palmito, puede alcanzar hasta 30 cm de longitud (Reyes y Chong-Qui 2021).

Las hojas son de 5 a 7 m de longitud, con 200 a 300 folíolos en dos planos diferentes, el peciolo es de aproximadamente 1,50 cm de longitud y se ensancha en la base. La cara superior es plana y la inferior redondeada, sus bordes son espinosos con fibras y las hojas permanecen adheridas al tronco por 12 años o más (Vallejo y Cassalett 2017).

La palma de aceite es monoica, produce flores de ambos sexos, la inflorescencia es un espádice formado por un pedúnculo y un raquis central ramificado. Antes de la apertura la flor está cubierta por dos espatas (Saula 2014).

En la inflorescencia femenina, las que se arreglan en espirales alrededor del raquis de las espigas. Cada flor esta encerrada en una bráctea que termina en una espiga y en una espina de longitud variable, cada inflorescencia puede tener miles de flores femeninas, el ovario tiene 3 carpelos, el estigma es sésil, con tres lóbulos (Saula 2014).

La inflorescencia masculina es más larga que la femenina y tiene unas 100 espigas, cada una con 700 a 1 200 flores, cada flor tiene un perianto de seis segmentos, androceo tubular con seis anteras y un gineceo rudimentario (Rodríguez 2016).

El fruto es una drupa ovoide de 3 a 5 cm de largo, los estigmas persisten en su extremo, en forma de tres pequeños apéndices arqueados (Rodríguez 2016).

### 1.5.1.3. Condiciones edafoclimáticas

Carrillo *et al* (2015) expresa que las condiciones climáticas principalmente de precipitación y heliofanía limitan las áreas destinadas a la siembra de palma aceitera, las mismas que son:

- **Precipitación:** De 1 500 a 3 000 mm/año, entre 120 a 150 mm/mes.
- **Heliofanía:** Aproximadamente 1 400 horas luz/año.
- **Temperatura:** Media diaria anual entre 24 a 26 grados centígrados
- **Humedad ambiental:** Promedio diario mensual 75 % de humedad relativa.
- **Altitud:** No mayor a 600 msnm.

La precipitación es una de las condiciones importantes para el desarrollo de la planta, si la precipitación no es la adecuada para el cultivo se presenta un estrés hídrico que se refleja en el número de hoja flechas sin abrir (Carrillo *et al* 2015).

Según INIAP (2017) la palma aceitera a pesar de crecer y producir en una gran variedad de suelos, los adecuados para un mejor desarrollo y rendimiento son, los suelos de textura franco limoso a francos arcillosos. El pH adecuado para

el cultivo es de 5,6 – 7,4. Las raíces del cultivo en sus primeras etapas de desarrollo son sensibles a la dureza y compactación del suelo, limitando su normal crecimiento.

En suelos arcilloso para la siembra o trasplante es recomendable la preparación mecanizada mediante el uso de arado y rastra, esta práctica permitirá a las raíces disponer de una adecuada estructura, con un alto porcentaje de porosidad (INIAP 2017).

#### **1.5.1.4. Variedades de palma aceitera**

Castro (2019) describe a las variedades de palma aceitera de la siguiente manera:

- **Dura:** su fruto tiene un endocarpio de más de 2 a 6 mm de espesor. El mesocarpio o pulpa contiene fibras dispersas y es generalmente delgado
- **Pisífera:** no tiene endocarpio, la almendra es desnuda, el mesocarpio no contiene fibras y ocupa gran porción del fruto. Esta variedad produce pocos frutos en el racimo, por eso se la empela solo para mejorar la variedad dura, mediante cruzamiento.
- **Tenera:** es el híbrido del cruce entre dura y pisífera, tiene endocarpio delgado de menos de 2 mm de espesor, en el mesocarpio se encuentra un anillo con fibras.

##### **1.5.1.4.1. Variedades mejoradas de palma aceitera**

###### **1.5.1.4.1.1. Amazon (Híbrido compuesto)**

Es una variedad que proviene del cruzamiento de palmas madre *E. oleífera* originadas de palmas nativas de la región de Manaus, Brasil, con líneas

paternas (pisífera) originadas del retro cruzamiento sucesivo de un híbrido natural (*E. guineensis* x *E. oleífera*) con líneas *E. guineensis*, conocidas como compactas. En zonas como Tumaco, Colombia y San Lorenzo, Ecuador, Amazon está presentado una alta precocidad, con una producción de racimos en los primeros años de cosecha claramente muy superior a la de otros híbridos O x G. La densidad de siembra para Amazon es de 128 palmas por hectárea (ECUASEM 2022).

#### **1.5.1.4.1.2. Compacta x Ghana (Variedad de alta densidad)**

Es una variedad que resulta del cruzamiento de palmas madre (dura), originadas del retro cruzamiento sucesivo de un híbrido natural *E. oleífera* x *E. guineensis* con *E. guineensis*, con líneas paternas originarias de Nigeria (NIFOR). Las palmas Compacta x Ghana poseen hojas y tronco significativamente más cortos que los de las variedades comunes *E. guineensis*. La densidad de siembra para esta variedad es de 160 palmas por hectárea (ECUASEM 2022).

#### **1.5.1.4.1.3. Deli x Ghana (Variedad premium)**

La variedad Deli x Ghana son de palmas madre superiores de la cuarta generación filial (F<sub>4</sub>) de las poblaciones de dura Deli. Las palmas de la variedad Themba tienen un crecimiento vertical moderado (58 cm/año) y producen racimos bien formados. Tiene hojas relativamente cortas, la densidad de siembra para la misma es de 143 palmas por hectárea (ECUASEM 2022).

#### **1.5.1.4.1.4. INIAP - Tenera**

Las plantas del híbrido “INIAP-Tenera”, se la obtiene mediante la polinización de plantas “Dura” (progenitor femenino) con el polen de plantas “Pisíferas” (progenitor masculino). El híbrido INIAP – Tenera se adapta a las condiciones climáticas del país, el crecimiento del tronco es de 60 a 70 cm/año, con una producción entre 20 a 28 hojas/año, tolerancia a plagas, peso del racimo entre 50 a 60 kg y con 22 a 25% de aceite/racimo (INIAP 2017).

#### 1.5.1.4.1.5. Producción de variedades de palma aceitera

Vallejo y Cassalet (2017) detallan la producción de variedades de palma aceitera de la siguiente manera:

<b>Variedades</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Contenido de aceite</b>
<b>Amazon (Hibrido compuesto)</b>	9,8-12,3 t/ha	56% de aceite por racimo
<b>Compacta x Ghana</b>	35 t/ha	28-32 % de aceite por racimo
<b>Deli x Ghana (Variedad premium)</b>	34.1 t/ha	>27% de aceite por racimo
<b>INIAP - Tenera</b>	25 t/ha	22 a 25% de aceite por racimo

**Fuente:** Vallejo y Cassalet (2017)

#### 1.5.2. Densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera

La densidad de siembra se refiere al número de plantas de palma aceitera por unidad de área. La densidad de siembra es una de las decisiones técnica que

se debe calcular de forma correcta, debido a que una densidad optima permite un adecuado desarrollo, crecimiento y producción del cultivo de palma aceitera (V et al/2018).

Lizarazo (2016) expresa que para determinar la densidad de siembra adecuada en el cultivo de palma aceitera se debe aplicar la siguiente formula:

$$D/ha = \frac{10\ 000\ m^2}{0,866 (D)^2}$$

Como ejemplo práctico se describe el siguiente ejercicio de densidad de siembra con una distancia de 9 m x 9 m con un sistema de siembra en tres bolillos:

$$D/ha = \frac{10\ 000\ m^2}{0,866 (9)^2}$$

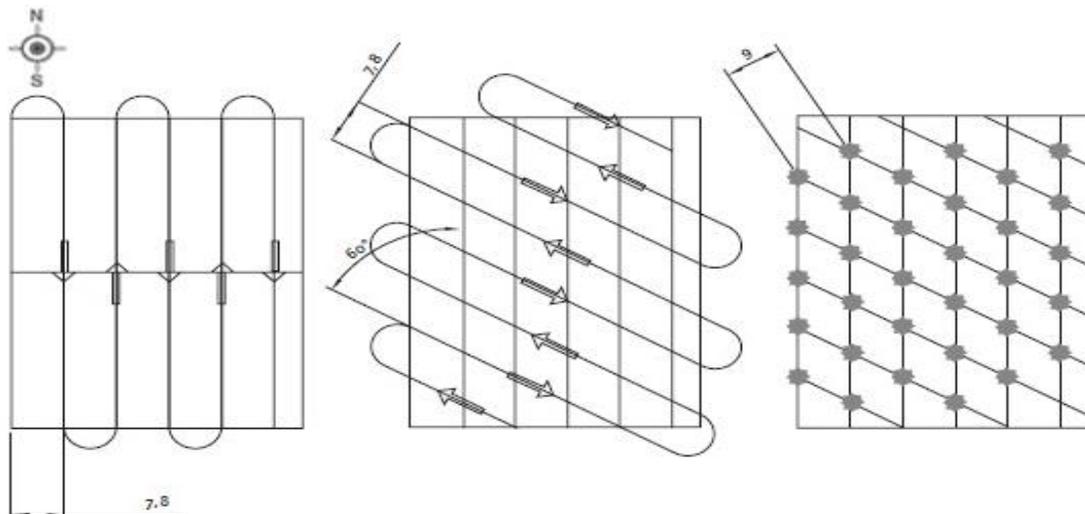
$$D/ha = \frac{10\ 000\ m^2}{0,866 (81)}$$

$$D/ha = \frac{10\ 000\ m^2}{70,146\ m^2}$$

$$\frac{D}{ha} = 142,56\ plantas/ha$$

### 1.5.3. Sistemas de siembra

Lizarazo (2016) manifiesta que en el establecimiento del cultivo de palma aceitera el sistema de siembra más utilizado es el de tres bolillos, con diversas densidades de siembra, dependiendo de las variedades establecidas (Figura 1).



**Figura 1.** Sistema de siembra en tres bolillos, Lizarazo (2016).

#### **1.5.4. Importancia de la densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera**

La densidad de siembra determina la población de plantas en una zona agrícola. La determinación de la densidad de siembra depende de numerosos elementos como tipo de híbrido, época de siembra, distancia, el tipo de suelo y el manejo del productor (Fabril 2019).

La densidad de siembra puede aumentar la producción de biomasa y el rendimiento de la cosecha, debido al aumento del índice del área foliar y la longitud de las hojas. Diversos autores coinciden que mediante el uso de buenas prácticas agrícolas que se proporcionan a los cultivos dan situaciones favorables para la expresión de la mejor capacidad de rendimiento; entre esas prácticas destaca el manejo de la densidad de población, por cuanto el tamaño y la longitud del área fotosintética están asociados al rendimiento (Fabril 2019).

Mediante una adecuada densidad de siembra, existe una mayor área foliar, en la cual se presenta una mayor intercepción de la luz, lo que aumentará la fotosíntesis y la producción de biomasa para un mayor aprovechamiento del agua y de los elementos nutricionales. Dependiendo de la densidad de plantación, junto con otras estrategias de cultivo, determinante de la intercepción de la radiación solar por medio del cultivo, que le permite convertir la energía solar en biomasa. Optimizar mediante la interceptación de la radiación, la producción de biomasa es fundamental para maximizar la producción (Traxco 2019).

A partir de una densidad de plantación, la producción de biomasa disminuye en función de la ubicación de la planta; pues un crecimiento similar de la densidad poblacional permite alcanzar un mayor rendimiento, a diferencia de una mayor densidad que disminuye dicha producción (Traxco 2019).

La mejor densidad de siembra de palma aceitera depende en gran medida de la disponibilidad de luz solar. En consecuencia, con una mayor densidad por hectárea, la sombra se intensifica, reduciendo la cantidad de luz solar que llega a

las hojas maduras. La luz solar podría ser muy crítica para el aumento y el rendimiento de la palma aceitera debido a que habría una mayor acumulación de nutrientes en los racimos (Sterling 2017).

En un ensayo a nivel de campo se demostró que la densidad de siembra más segura es inversamente proporcional al área promedio de la hoja - cuanto más grande sea la región de la hoja, menor será la densidad de plantación y cuanto más pequeña la hoja, mejor será la densidad de plantación. La densidad de siembra óptima para la palma aceitera puede ser influenciada dependiendo del material de siembra que se utilice, si es material tenera INIAP la densidad es de 143 plantas/ha mientras que en densidades de material compacto es de 160 plantas/ha y en clones de 180 plantas/ha (Sterling 2017).

Se observan tres definiciones para la densidad de siembra en la palma aceitera:

Optima actual: La densidad de plantación que ofrece el mejor rendimiento en un año determinado.

Optimo agronómico: La densidad de plantación que ofrece el mejor rendimiento acumulado de FFR en una duración determinada. Una cuestión obvia relacionada con el área foliar media es el tiempo de siembra. Cuando son más jóvenes, el área foliar común es pequeña y hay muy poca sombra. En este grado, las plantaciones de palma aceitera pueden ayudar a densidades excesivas, sin embargo, a medida que envejecen, la sombra afecta a la producción de racimos de fruta fresca, lo que a su vez afecta a los ingresos del productor (Coto *et al* 2016).

#### **1.5.4.1. Problemas negativos de una mala densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera**

El riesgo de una densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera no recomendada afectará la eficacia del riego y el uso de fertilizantes, así como el rendimiento del cultivo (IICA 2014).

Cuando existe una alta densidad de siembra esto afectará el rendimiento por la competencia entre plantas, pero también, se corre el riesgo de sufrir bajos índices de área foliar, reduciéndose la fotosíntesis, limitando el rendimiento del cultivo de palma aceitera. Si por el contrario es baja, se limita el potencial del híbrido establecido, obteniendo rendimientos bajos de lo referenciado a los rendimientos óptimos de cada sitio de producción (IICA 2014).

La densidad óptima de siembra tiende a variar según el clima, suelo y el manejo del cultivo. Su determinación es necesaria porque está comprobado que existe una reducción del 30% de la densidad de siembra por debajo de la óptima, lo que influye en la reducción del rendimiento del 5% en los años posteriores (Navarro 2017).

Una de las primeras decisiones que se deben tomar en consideración es la distancia entre las plantas porque tiene importantes implicaciones en el comportamiento del cultivo de palma aceitera entre ellas incidencia de plagas y enfermedades y finalmente su rendimiento (Navarro 2017).

#### **1.5.4.2. Efectos de la densidad de siembra en la proliferación de malezas en el cultivo de palma aceitera**

El espacio ocupado por plantas arvenses es un área de interés ecológico que necesita algunos seres vivos, para su alimentación, hospedaje y reproducción en esta situación a través de las arvenses. Las plantas arvenses pueden ocupar sitios estratégicos para la reproducción de insectos benéficos, especialmente en lugares donde se han perdido o muerto las plantas de palma aceitera. Esto no influye en la competencia de luz o agua del suelo entre ellas (INATEC 2018).

Generalmente, mientras el área del cultivo de palma aceitera es pequeña, esta competencia entre las plantas de palma y malezas se hace más extrema e importante, sobre todo por la distancia entre las plantas (INATEC 2018).

Cuando el cultivo de palma aceitera ocupa todo el espacio o área de siembra, la luz no penetra en el suelo y por ende el desarrollo de las malezas se ve limitado, lo que favorece al cultivo porque capta la mayor cantidad de luz para su proceso fotosintético y también para mejorar la absorción de minerales del suelo, dejando pocos recursos disponibles para el desarrollo de las malezas (Rivera 2016).

En el cultivo de la palma aceitera se considera que cuanto mayor sea la densidad poblacional, menor será la incidencia de las malezas; a diferencia que cuando hay bajas densidades el desarrollo de las plantas en etapa temprana se ve afectado por el exceso de malezas que se pueden presentar (Melado 2014).

#### **1.5.4.3. Efecto de la densidad de siembra en las demandas nutricionales en el cultivo de palma aceitera**

Existe una relación directa entre la densidad de siembra y los nutrientes absorbidos por las plantas debido a su consumo para su producción. En cantidades elevadas de plantas por hectárea necesitarán mayores cantidades de fertilizantes para su producción (Melado 2014).

La densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera afecta la eficiencia de intercepción de luz en el área foliar para el proceso fotosintético, así como procesos de absorción de nutrientes y consumo de agua, además se relaciona con el desarrollo del área foliar de las plantas, la propagación e incidencia de plagas. Estos factores afectan directamente el rendimiento aspecto que ha llevado a estudiar la eficiencia de los sistemas productivos a través de la variación en la densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera (Surec 2017).

#### **1.5.5. Antecedentes de densidades de siembra aplicadas en el cultivo de palma aceitera**

La densidad de siembra normal suele variar en función del tipo de suelo en el que se siembren las palmas. En suelos costeros, la densidad de siembra oscila entre 136 y 148 plantas/ha respectivamente. En los suelos de turba, la densidad de siembra es de 160 plantas/ha, en plantas compactas o interespecíficas (Tablada 2021).

Se han realizado ensayos de campo en relación con la densidad de siembra en palma aceitera, en la cual las densidades adecuadas en suelos costeros, suelos adecuados y suelos malos del interior están alrededor de 150, 158 y 166 plantas/ha respectivamente. Debido a las numerosas opciones de densidad de siembra, se estableció una densidad de siembra de 158 plantas/ha. En los suelos aluviales, la densidad de siembra está en 170 plantas/ha para un ciclo de 24 años. En los suelos orgánicos, la densidad de siembra esta entre 180 – 190 plantas/ha (Tablada 2021).

El mismo autor señala que en suelos de turba, la densidad de siembra que garantiza el mejor rendimiento es de 200 palmas/ha. Esta densidad de siembra en suelos de turba es mucho más alta que la práctica convencional, por lo tanto, se pueden mejorar los ingresos a través de la práctica de más altas densidades de siembra.

En suelos de turba, la densidad que ofrece los mejores rendimientos económicos es de 200 palmas/ha. Sin embargo, la evaluación del flujo financiero del cultivo de la palma aceitera en suelos de turba con numerosas densidades de plantación, indica que es posible aumentar los ingresos (García y Calderón 2021).

En densidades de siembra mayores o menores de 148 palmas/ha, no se maximizan los ingresos. Los mayores ingresos se reciben cuando la densidad de plantación es de 148 palmas/ha (Vallejo 2016).

La densidad siembra en palma aceitera es una práctica agrícola que permite incrementar la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo, debido al aumento en el índice del área foliar y la duración de la misma, ocasionado por el mayor número de hojas por unidad de superficie (Breure *et al* 2015).

Se ha evidenciado que cuando aumenta la densidad de siembra, hay más competencia entre las plantas por los factores ambientales, incluidos la luz, el agua y nutrientes. Pero la competencia por la luz es lo más crítico; ésta se absorbe por medio de las hojas que componen el dosel total de las palmas. El resultado de estos procesos es la acumulación de materia seca por planta, la cual también depende de la magnitud del área foliar por unidad de superficie (IAF), duración de área foliar (DAF) y la tasa de asimilación neta (TAN) (Breure *et al* 2015).

La relación entre las densidades de siembra y el desarrollo de la palma aceitera se ha estudiado sustancialmente en varios países, y se han demostrado las consecuencias de la competencia en su crecimiento (Nieto 2015).

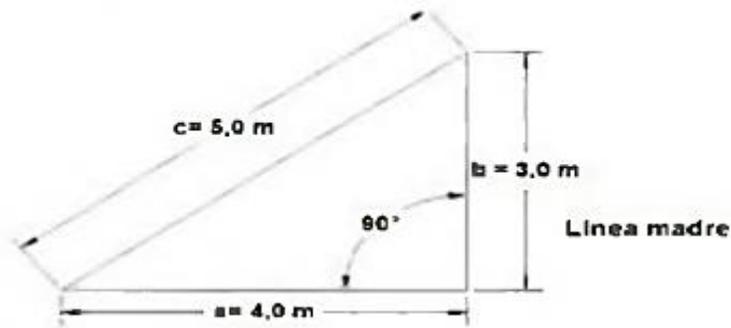
El impacto de las densidades de siembra se determina especialmente en el aumento del área foliar de la palma aceitera. Estas modificaciones en los patrones de crecimiento vegetativo pueden incrementar o reducir la producción, debido a que la ubicación de las hojas como principal área fotosintética determina la cantidad de luz que puede ser captada y transformada en materia seca. Por este motivo, es importante establecer una densidad de siembra adecuada para mantener un crecimiento vegetativo equilibrado (INTAGRI 2021).

En Ecuador, el principal rubro de exportación es *Elaeis guineensis*, que se establece cada 9 m con una densidad de 143 plantas por hectárea; en el caso del híbrido O x G, se planta cada 9,5 m con una densidad de 128 plantas/ha o cada 10 m para una densidad de 116 plantas/hectárea (INIAP 2014).

Para establecer una densidad de siembra adecuada en el cultivo de palma aceitera se debe realizar el alineado y estacado el mismo proceso que comprende la determinación y señalamiento de puntos donde se sembraran las plantas. Se inicia con la orientación Norte – Sur dentro del lugar de siembra, se traza una línea madre, cuya longitud dependerá del largo y ancho del área (INIAP 2014).

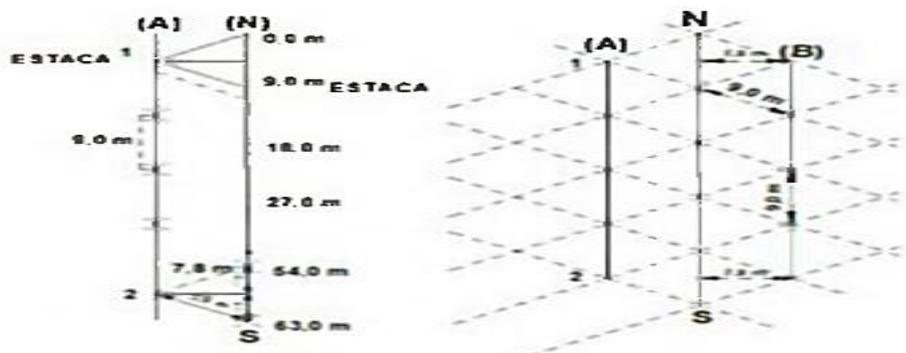
Según INIAP (2014) señala que antes de establecer una densidad de siembra en palma aceitera se debe cuadrar el terreno usando el conocido teorema

de Pitágoras, en la cual se medirán con una cinta métrica los lados que serán de 4 m el lado a, 3 m el lado b y 5 m la hipotenusa o lado c, trazando una línea base en ángulo recto con la línea madre (Figura 2).



**Figura 2.** Teorema de Pitágoras para trazar línea madre, INIAP (2014).

Referente a la línea madre N-S cada 9 m se determinan puntos señalándolos con estacas a 4.50 m de una estaca a otra, para luego trazar una línea perpendicular de 7.80 m de longitud, que es ratificada mediante el empleo de dos medidas de 9 m colocadas en las dos primeras estacas de la línea madre para formar un triángulo equilátero de igual manera se hace con el otro extremo de la línea madre. Posteriormente se realiza la misma operación y se procede a unir los puntos señalados para formar una segunda línea base (B), la cual es igualmente dividida y señalada cada 9 m (Figura 3). Con el mismo procedimiento se puede obtener una tercera línea base, en la cual se habrán obtenido tres líneas bases y puntos de referencia en diferentes direcciones, lo que servirá para dirigir la alineación y estacado de toda el área. Este sistema de siembra conocido como Tres Bolillos, en donde las plantas se ubican en los extremos de un triángulo equilátero (lados iguales), obteniéndose una densidad de 143 plantas por hectárea (INAP 2014).



**Figura 3.** Esquema de siembra en tres bolillos, INIAP (2014).

La densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera viene determinada por las condiciones edafoclimáticas del lugar. En zonas donde puede tener una mejor adaptabilidad la palma aceitera variedad compacta, puede ser mejor una distancia de 8,5 metros entre plantas en un triángulo equilátero con una densidad de 160 plantas/ha (INIAP 2014).

Existen regiones en las que se espera tener plantas más vigorosas que las normales a una distancia de 9 metros entre plantas en triángulo equilátero con una densidad de 120 plantas/ha, pero, se ha demostrado que la plantación en triángulo equilátero con una distancia de 9 metros entre planta y 7,8 metros entre hilera con una densidad de 143 plantas/ha, ha presentado mejores resultados en relación a productividad (INIAP 2014).

Las variedades de palmas compacta se establecen a 8,24 metros entre plantas y 7,80 metros entre hileras, con una densidad de 159 plantas/ha. Esta densidad indica que cada planta cubre una superficie de 64,27 m<sup>2</sup> con un sistema de siembra rectangular (INIAP 2014).

Las palmeras *Guineensis* se establecen a una distancia de 9 m entre plantas y 8 m entre filas, para una densidad de población de 138,88 palmas/ha. Esta densidad sugiere que cada planta cubre un área de 72 m<sup>2</sup> para un cuerpo de plantación cuadrado (INIAP 2014).

Las especies híbridas de palma aceitera se establecen a una distancia entre plantas de 9,61 metros y entre hilera de 8,5 metros. Esto ofrece una densidad de plantación de 81,68 palmas/ha. Esta densidad muestra que cada planta cubre un espacio de 81,68 m<sup>2</sup> para un marco de plantación cuadrado (INIAP 2014).

En Ecuador se suele utilizar el sistema de siembra 9 x 9 con 143 palmas/ha con el sistema de siembra tres bolillos, lo cual facilita el control, a la cosecha y a la operación de los equipos (Bayer 2020).

Las distancias de siembra más utilizadas son de 9 m x 9 m entre plantas, al tres bolillos y 7,8 m entre hileras, ofreciendo una densidad de plantación de 143 plantas/ha; al igual que distancias de 8,5 m x 8,5 m entre plantas en el mismo sistema y 7,36 m entre hileras, con lo que se obtienen 160 plantas/ha (Hernández 2016).

En un ensayo de campo referente al estudio de densidad de siembra en palma aceitera realizado por Ayala (2016) quien señala que la densidad de siembra de 10,5 m x 10,5 m, con una densidad de 105 plantas/ha, mostró el mejor número de racimos (8) producidos; en cambio, la densidad de plantación de 9 m x 9 m, que corresponde a 143 plantas/ha, confirmó la tasa más baja para este parámetro, con 6 racimos producidos.

El establecimiento de un cultivo de palma aceitera se realiza en triángulo tres bolillos, con una distancia de 9 x 9 m, por lo que la densidad es de 143 palmeras por hectárea. Se puede utilizar el cultivo intercalado para aprovechar el espacio entre hileras (Fernández 2014).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer sobre los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para la elaboración del presente documento se recopiló información actualizada extraída de libros, páginas web, tesis de grado, bibliotecas virtuales y

artículos de revistas de alto impacto, que contribuirán al desarrollo de la investigación planteada.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre los efectos de la densidad de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La presente recolección de información refiere a los efectos de densidades de siembra en la producción de palma aceitera (*E. guineensis*) en el Ecuador.

Dentro del manejo agronómico del cultivo de palma aceitera se evidencian algunos factores importantes que influyen en el rendimiento, dentro del cual se presenta la densidad de siembra, siendo una práctica cultural que puede afectar el rendimiento de la palma aceitera.

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

Entre las situaciones detectadas se presentan:

La densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera afecta la eficiencia de intercepción de luz en el área foliar para el proceso fotosintético, así como procesos de absorción de nutrientes y consumo de agua, además se relaciona con el desarrollo del área foliar de las plantas, la propagación e incidencia de plagas. Estos factores afectan directamente el rendimiento, aspecto que ha llevado a estudiar la eficiencia de los sistemas productivos a través de la variación en la densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera.

La densidad de siembra puede aumentar la producción de biomasa y el rendimiento de la palma aceitera, debido al aumento del índice del área foliar y la

longitud de las hojas. Mediante el uso de buenas prácticas agrícolas que se proporcionan al cultivo de palma aceitera dan situaciones favorables para la expresión de la mejor capacidad de rendimiento; entre esas prácticas destaca el manejo de la densidad de siembra, por cuanto el tamaño y la longitud del área fotosintética están asociados al rendimiento del cultivo de palma aceitera.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Las soluciones planteadas serán:

Mediante la aplicación de una adecuada densidad de siembra en el cultivo de palma aceitera, se presenta mayor área foliar, con una mayor intercepción de la luz, lo que aumentará la fotosíntesis y la producción de biomasa por un mayor aprovechamiento del agua y nutrientes, siendo importante para aumentar la producción del cultivo de palma aceitera.

La densidad de siembra adecuada promueve el mejor crecimiento y desarrollo del cultivo de palma aceitera, acentuando una producción máxima.

### **2.4. Conclusiones**

Entre las conclusiones se detallan:

La densidad de siembra se refiere al número de plantas de palma aceitera por unidad de área. La densidad de siembra es una de las decisiones técnica que se debe calcular de forma correcta, debido a que una densidad optima permite un adecuado desarrollo, crecimiento y producción del cultivo de palma aceitera.

La densidad siembra en palma aceitera es una práctica agrícola que permite incrementar la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo, debido al aumento del índice del área foliar y la duración de la misma, ocasionado por el mayor número de hojas por unidad de superficie.

Existe una relación directa entre la densidad de siembra y los nutrientes absorbidos por las plantas debido a su consumo para su producción. En cantidades elevadas de plantas por hectárea necesitarán mayores cantidades de fertilizantes para su producción.

Para establecer una densidad de siembra adecuada en el cultivo de palma aceitera se debe realizar el alineado y estacado el mismo proceso que comprende la determinación y señalamiento de puntos donde se sembrarán las plantas. Se inicia con la orientación Norte – Sur dentro del lugar de siembra, se traza una línea madre, cuya longitud dependerá del largo y ancho del área.

En Ecuador se suele utilizar el sistema de siembra 9 x 9 con 143 plantas/ha con el sistema de siembra tres bolillos.

Las variedades de palmas compactas se establecen a 8,24 m entre plantas y 7,80 m entre hileras, con una densidad de 159 plantas/ha.

Las palmeras *Guineensis* se establecen a una distancia de 9 m entre plantas y 8 m entre filas, para una densidad de población de 138,88 plantas/ha.

Las especies híbridas de palma aceitera se establecen a una distancia entre plantas de 9,61 m y entre hilera de 8,5 m con una densidad de plantación de 81,68 plantas/ha.

## **2.5. Recomendaciones**

Las recomendaciones expuestas son:

Es importante establecer densidades de siembra adecuadas para mejorar la producción del cultivo de palma aceitera en las zonas de producción.

Es recomendable tomar en consideración que la densidad óptima de siembra tiende a variar según el clima, suelo y el manejo del cultivo.

Efectuar ensayos en diferentes lugares del Ecuador para recomendar la mejor variedad adaptada a una región específica, con mejores rendimientos y calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, M., Rey, L., Duran, C. 2014. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de dos materiales de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Las Palmas 15(6): 1-10.
- Ayala, I., Rey, L., Duran, C. 2016. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de dos materiales de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Palmas 25(3): 1-15.
- Ayala, I. 2015. Identificación de variables morfológicas y fisiológica asociadas con el rendimiento en materiales de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Palmas. 21(2): 10-21.
- Burbano, D. 2012. Control en la producción y comercialización de palma africana en la hacienda la florida y mejoramiento de procesos contables. Tesis Ing. Com. Quito, Ecuador. UCE. 179 p.
- Bayer S.A. 2020. Importancia de la densidad de siembra en el cultivo de palma africana. ASGROW. 45 p.
- Breure, C., Menéndez, T., Powel, W. 2015. Efecto de la densidad de siembra sobre los componentes del rendimiento de la palma africana (*Elaeis Guineensis*). Revista Palmas 11(4): 1-9.
- Coto, E., Chinchilla, J., Bulgarlli, F., Palma, T. 2016. Crecimiento vegetativo en previvero de cinco cruces comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). ASD Oil Palm Papers 23(3): 14-19.
- Cortes, S. 2017. Manual Técnico de Palma africana. Grepalma, Ecuador. 99 p. (Manual Técnico N°13).

- Cevallos, C. 2021. Plan de mejoramiento de costos dentro del sector palmicultor ecuatoriano, para afrontar la emergencia existente con respecto a la pudrición de cogollo y la variación constante de precios de la fruta fresca de palma africana con elevados costos de producción. Tesis MSc. Quito, Ecuador. UCE. 63 p.
- Castro, J. 2019. Sistemas de manejo agronómico del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jack). Tesis Ing. Agr. Balzar, Ecuador. UAE. 67 p.
- Carrillo, M., Cevallos, V., Cedeño, C., Gualoto, W., Mite, F., Navarrete, M., Ortega, D., Ortega, J., Quintero, L., Racines, M., Vera, C., Vera, D., Zambrano, S., Zambrano, W. 2015. Manual del cultivo de la palma aceitera. Santo Domingo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santo Domingo, Programa de Palma Africana. (Manual Técnico No. 102). 85 p.
- ECUSEM. 2022. Semillas & Clones ASD del Ecuador (en línea). Consultado 10 sept. 2022. Disponible en <https://asd-ec.com/semillas-de-palma-aceitera/>
- Fernández, D. 2017. Determinación de la densidad de siembra óptima en diferentes cultivares comerciales del híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG). *Investigación Agrícola* 8(5): 1-14.
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L. y Ruíz, R. 2018. Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Cenipalma, Colombia. 152 p.
- Fabril. 2019. Recomendaciones de cultivo de palma aceitera (en línea). Consultado 18 jul. 2022. Disponible en <http://exariomanso.com/index.php/ubicacion/86-extractora-la-comuna>.

- García, E., Calderón, R. 2021. Influencia de la densidad de siembra sobre producción y desarrollo de mucuna (*Mucuna puriens* L. DC). *Agronomía Costarricense* 45(2): 103-113.
- Hernández, F. 2016. La densidad de siembra del cultivo de palma africana. *Revista Mesoamérica* 5(2): 1-12.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2017. Manual del cultivo de palma aceitera. Ecuador. 165 p. (Manual Técnico N° 007).
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2014. Manual del cultivo de palma aceitera. INIAP, Ecuador. 35 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2014. Guía Técnica para el cultivo de palma africana. MIDINRA. Nicaragua. 52 p.
- INTAGRI. 2021. Cultivo de Palma Africana o de Aceite. Serie Frutales, Núm. 76. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2018. Manual del protagonista cultivos agroindustriales. JICA. 120 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2021. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – Palma aceitera. ESPAC, Ecuador. 55 p.
- Lizarazo, I. 2016. Aplicaciones de la agricultura de precisión en palma de aceite "*Elaeis Guineensis*" e híbrido O x G. *Revista de Ingeniería* 33(3): 1-14.

- Melado, H. 2014. Modelo de cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Honduras. Tesis Ing. Agr. Honduras. UPM. 265 p. Navarro, C. 2017.
- Nieto, M. 2015. Gestión por procesos para el cultivo de palma africana. Caso: Hacienda “la pradera” Quinindé- Esmeraldas. Ing. Com. Quito. PUCE. 163 p.
- Ormaza, F. y Ormaza, B. 2012. Análisis comparativo de la producción y rentabilidad de dos variedades de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) establecidas en la zona de Quevedo y Quisaloma. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. UTEQ. 77 p.
- Plantación, tratamiento, cosecha y comercialización de palma aceitera. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. USIL. 131 p.
- Riofrio, M. 2019. Análisis de los beneficios a los productores de palma africana del cantón ventanas, provincia de los ríos, con la aplicación del acuerdo comercial multipartes entre ecuador y la unión europea. Tesis Ec. Guayaquil, Ecuador. ULVR. 112 p.
- Rodríguez, L. 2016. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. Revista COMALFI 27(2): 31-38.
- Rivera, Y. 2016. Caracterización fisiológica y morfológica de palmas americanas de aceite (*Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés) y sus híbridos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) de la plantación Indupalma. Tesis Ing. Agr. Bogotá, Colombia. UNC. 123 p.
- Reyes, J. y Chong-Qui, J. 2021. Efecto de la polinización asistida, la fertilización balanceada y el Quitosano en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Editorial Grupo Compas. 66 p.

- Sterling, F. 2017. La competencia entre plantas y el raleo de la plantación de palma aceitera. *Agronomía Costarricense* 20(1): 25-37.
- Surec, S. 2017. Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (*Apium graveolens* L.), en la Aldea chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala. USCG. 74 p.
- Saula, S. 2014. Manual técnico de palma africana. INTA. 99 p.
- Traxco. 2019. Cultivo de la palma de aceite. (en línea). Consultado 18 jul. 2022. Disponible en <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-la-palma-de-aceite>
- Tablada, M. 2021. Modelación una base de datos con el programa microStation en los sistemas de drenaje para el cultivo de palma africana en el municipio el Rama departamento RACCS, 2018 – 2019. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Vallejo, R. 2016. La semilla de palma africana de aceite. *Rev. Palmas. Fedepalma*, No. 1 pp. 19-25.
- Vallejo, G., Cassalet, C. 2017. Perspectivas del cultivo de los híbridos interespecífico de noli (*Elaeis oleifera* (H.B.K. Cortes) palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. *Revista Institución Colombiana Agropecuaria* 10(4): 19-35.

